



# Gesellschaft für Didaktik der Mathematik

Der Vorstand · Prof. Dr. Andreas Eichler (Vorsitzender)

WIAS · Mohrenstr. 39 · 10117 Berlin

– Positionspapier –

## **Die Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft: Eine Chance für den fachdidaktisch reflektierten Einsatz digitaler Werkzeuge im Mathematikunterricht<sup>1</sup>**

Die Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM) begrüßt die im Herbst 2016 von Bund und Ländern initiierte „Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft“ mit ihrem Ziel, Bildung unter den Bedingungen und Möglichkeiten einer digital geprägten Welt neu zu konkretisieren. Mit der allgegenwärtigen Präsenz digitaler Medien in Ausbildung, Beruf und Alltag ist deren sinnstiftende und verantwortungsvolle Nutzung mittlerweile ebenso als Kulturtechnik zu begreifen wie das Lesen und das Schreiben. Für den Fachunterricht bedeutet dies: Es geht auch hier nicht mehr um die Frage, ob digitale Medien bzw. Werkzeuge benutzt werden sollen oder nicht, sondern allein um das Wie. Damit muss die medienpädagogische und -didaktische Perspektive, wie sie das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder (KMK) in ihren Strategiepapieren<sup>2</sup> zur Umsetzung der Bildungsoffensive zum Ausdruck bringen, durch eine dezidiert fachdidaktische Perspektive ergänzt werden.

Die GDM fordert daher Bund und Länder auf, die fachdidaktische Expertise für das Lehren und Lernen von Mathematik mit digitalen Medien in den geplanten Maßnahmen zur Umsetzung der Bildungsoffensive zu integrieren. In einer sieben Jahre zurückliegenden gemeinsamen Stellungnahme<sup>3</sup> der GDM und des Lehrerverbands MNU zur verbindlichen Nutzung von digitalen Mathematikwerkzeugen in den MINT-Fächern wurde schon darauf hingewiesen, dass der Einsatz neuer Technologien das Lernen nicht per se verbessert, sondern es neben der curricular verbindlich festgeschriebenen Nutzung digitaler Werkzeuge fundierter didaktischer Konzepte für Unterricht, Prüfung und Lehreraus- und -fortbildung bedarf. Diese Forderungen gelten auch heute noch.

Im Folgenden informieren wir über die Maßnahmen zur Umsetzung der digitalen Bildungsoffensive, wie sie in den beiden Strategiepapieren des BMBF und der KMK konkretisiert werden. Danach verdeutlichen wir, wie die fachdidaktische Expertise in den anvisierten Maßnahmen sichtbar werden muss, wenn das Lernen mit digitalen Medien aus fachspezifischer Sicht gelingen soll.

---

<sup>1</sup> Ein Positionspapier der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik, basierend auf einem Textentwurf einer Autorengruppe des GDM-Arbeitskreises „Mathematikunterricht und digitale Werkzeuge“ mit Prof. Dr. Guido Pinkernell (Pädagogische Hochschule Heidelberg), Prof. Dr. Bärbel Barzel (Universität Duisburg-Essen), Henning Körner (Studienseminar Oldenburg), Prof. Dr. Ulrich Kortenkamp (Universität Potsdam), Dr. Jörg Meyer (Studienseminar Hameln), Prof. Dr. Florian Schacht (Universität Duisburg-Essen), Prof. Dr. Hans-Georg Weigand (Universität Würzburg)

<sup>2</sup> Für das BMBF: [www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive\\_fuer\\_die\\_digitale\\_Wissensgesellschaft.pdf](http://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf)

Für die KMK: [www.kmk.org/presse/pressearchiv/mitteilung/strategie-bildung-in-der-digitalen-welt.html](http://www.kmk.org/presse/pressearchiv/mitteilung/strategie-bildung-in-der-digitalen-welt.html)

<sup>3</sup> [www.madipedia.de/images/4/40/Stellungnahme-GDM-MNU-2010.pdf](http://www.madipedia.de/images/4/40/Stellungnahme-GDM-MNU-2010.pdf)

## **Hintergrund der Stellungnahme: Die digitale Bildungsoffensive des Bundes und der Länder unter dem „Primat der Pädagogik“**

In ihren beiden Strategiepapieren konkretisieren das BMBF für den Bund und die KMK für die Länder Maßnahmen zur Umsetzung der Bildungsoffensive. Die Handlungsfelder im BMBF-Papier umreißen die Ziele (BMBF, S. 12ff.): Es geht um die Vermittlung digitaler Bildung, den Ausbau leistungsfähiger digitaler Infrastrukturen, die Schaffung eines zeitgemäßen Rechtsrahmens für die Nutzung digitaler Bildungsangebote, die Organisationsentwicklung von Bildungseinrichtungen zur Umsetzung digitaler Bildung und die Nutzung der Potenziale der Internationalisierung. In beiden Strategiepapieren wird die Umsetzung der digitalen Bildungsoffensive übereinstimmend unter ein sogenanntes „Primat der Pädagogik“ (BMBF, S. 3) bzw. „Primat des Pädagogischen“ (KMK, S. 9) gestellt. Das bedeutet, dass jede Maßnahme daran zu messen ist, ob sie die Lernenden zu einer selbstbestimmten und verantwortungsvollen Teilhabe an der digital geprägten Welt befähigt.

In beiden Papieren findet sich dieses Primat in einer Reihe von Einzelmaßnahmen abgebildet. Unter diesen sind aus fachdidaktischer Sicht die sinnvolle Verknüpfung digitaler Bildungsmedien und -konzepte mit traditionellen Formen des Lehrens und Lernens und eine angemessene Ausbildung digitaler Kompetenzen sowohl bei Lernenden als auch bei Lehrkräften nachdrücklich zu unterstützen. Zur Integration digitaler Bildungsmedien kündigen BMBF und KMK die Schaffung von Qualitäts- und Rechtsstandards für die Auswahl und Nutzung insbesondere öffentlich zugänglichem Lernmaterials (Open Educational Resources: OER) an. Die Ausbildung digitaler Kompetenzen konkretisiert die KMK durch einen Kompetenzrahmen, der seine curriculare Verankerung in den fachspezifischen Lehrplänen der Länder erfahren soll. Die zur Umsetzung der Vorgaben offensichtlich notwendigen Maßnahmen in der Aus- und Fortbildung der Lehrkräfte werden mit „hoher Priorität“ (KMK, S. 28) in den Blick genommen. Den Hochschulen wird hierbei eine zentrale Rolle beigemessen: „Der Motor dieser Entwicklung müssen die lehrerbildenden Hochschulen sein. Entsprechende Unterrichtsforschung, die Entwicklung neuer fächerbezogener und fächerübergreifender didaktischer Modelle sind Aspekte, die von den Ländern und dem Bund unterstützt und gefördert werden können.“ (KMK S. 52)

### **Die Position der GDM zur digitalen Bildungsoffensive des Bundes und der Länder**

Die GDM begrüßt die hier deutlich werdende Priorisierung sowohl der Ausbildung digitaler Kompetenzen bei Lehrkräften als auch die zugewiesene Rolle der lehrerbildenden Hochschulen für die forschungsbasierte Entwicklung geeigneter Unterrichtskonzepte und die Vermittlung entsprechender Kompetenzen in der Lehreraus- und -fortbildung. Während in beiden Strategiepapieren von BMBF und KMK die digitalen Kompetenzen als im wesentlichen allgemeine medienpädagogische und -didaktische Aspekte verstanden werden, bleiben spezifische Kompetenzen für ein gelingendes fachliches Lehren und Lernen mit digitalen Medien unscharf. Hier sieht die GDM ihre Aufgabe, den Kompetenzrahmen mathematikspezifisch zu konkretisieren, um die Lehrplanentwicklungen der Länder zu unterstützen und den Prozess forschend zu begleiten. Im Folgenden wollen wir am Beispiel einer zentralen Maßnahme der digitalen Bildungsoffensive – die Formulierung von Qualitätsstandards für Open Educational Resources – die Unverzichtbarkeit einer mathematikdidaktischen Expertise für die Umsetzung der Bildungsoffensive begründen.

BMBF und KMK weisen auf das große Potential der Open Educational Resources (OER) für ein ortsunabhängiges, individuelles und differenziertes Lehren und Lernen hin und stellen gleichzeitig die Notwendigkeit für ein allgemeines, an pädagogischen Kriterien orientiertes „Qualitätssiegel“ heraus. Angesichts der großen Bandbreite an offenen netzbasierten Lernangeboten – beginnend mit kurzen Onlinetutorials für die Bearbeitung elementarer Rechenaufgaben bis hin zu vollständigen Kursformaten mit Abschlusszertifikat (z.B. MOOCs) – ist diese Maßnahme zu begrüßen. Allerdings reicht es unseres Erachtens nicht aus, bestehende Kriterienkataloge für nicht-digitale

Lernumgebungen – worunter auch fachliche Korrektheit gezählt wird – um „digitale“ Merkmale wie Multimedialität, Interaktivität etc. zu erweitern, wie es die KMK (S. 31) vorschlägt. Vielmehr müssen diese und weitere Merkmale hinsichtlich ihrer Potentiale und Grenzen für ein fachspezifisches Lehren und Lernen und insbesondere für den fachadäquaten Wissensaufbau hin analysiert werden und in die Formulierung möglicher Qualitätsstandards einfließen:

- Zur Multimedialität digitaler Medien: Die Möglichkeit zur multimedialen Darstellung von Informationen kommt dem verständigen Zugang zu mathematischen Inhalten entgegen. Mathematische Begriffe und Verfahren sind im Wesentlichen abstrakt. Ein verständiger Zugang gelingt nur über Repräsentationen dieser Inhalte, wobei Verstehen sich unter anderem dadurch äußert, dass die verschiedenen Repräsentationsformen desselben Begriffs oder Verfahrens miteinander verknüpft werden können. Prinzipiell unterstützen digitale Lernmaterialien das Nutzen multipler Repräsentationen von mathematischen Sachverhalten. Aber Repräsentationen mathematischer Inhalte sind nicht selbsterklärend, der Umgang mit ihnen muss gelernt werden. Hinzu kommt, dass ein Zuviel an Visualisierungen Lernende überfordern kann. Es muss also darum gehen, das hierbei technisch Mögliche mit dem didaktisch Sinnvollen in Einklang zu bringen.
- Zur Dynamisierung in digitalen Medien: Eine wesentliche Neuerung der Digitalisierung von Lernmaterial ist die Dynamisierung von Bild- und Textinformationen. Insbesondere für die Repräsentationen funktionaler Zusammenhänge zwischen Zahlen und Größen sowie die Darstellung geometrischer und stochastischer Sachverhalte ist dies ein großer Gewinn. Wir beobachten aber auch, dass bewegte Bilder missverstanden werden können. Auch aus diesem Grund muss es darum gehen, das Lernen von Mathematik mit dynamisierten Lernumgebungen weiter zu untersuchen und entsprechende Ergebnisse in die Gestaltung und Bewertung von digitalen Bildungsangeboten einfließen zu lassen.
- Zum Interaktivität in digitalen Medien: Die Digitalisierung des Lernmaterials erlaubt die aktive Auseinandersetzung mit Texten und Bildern, etwa das gezielte Aktivieren oder das systematische Ändern von einzelnen Elementen des Materials mittels Maus oder Touchpad. Dabei kann aber auch ein Zuviel an Interaktivität zu Orientierungslosigkeit führen und einen Lernfortschritt verhindern. Offene digitale Bildungsmedien müssen sich daran messen lassen, inwieweit sie eine passende Balance zwischen Führung und Offenheit erlauben, so dass auch bei unterschiedlichen Lernvoraussetzungen ein sinnvolles Lernen ermöglicht wird.
- Zu Feedbackfunktionen in digitalen Medien: Das BMBF stellt das hohe Potenzial von digitalen, netzbasierten Medien für ein ortsunabhängiges, individuelles und differenziertes Lernen heraus (BMBF, S. 8). Ermöglicht wird dies insbesondere durch die Bereitstellung von Feedbackfunktionen im Lernmaterial, das sich den individuellen Bedürfnissen der Lernenden anpasst. Zur Entwicklung solcher Lernangebote bedarf es aber eines fachdidaktischen Wissens um die Vielfalt möglicher Lern- und Irrwege, die ein Lernender in der Auseinandersetzung mit den fachlichen Inhalten nehmen kann. Lernen wird dann effektiver, wenn das Feedback situativ optimiert wird, das potentielle Leistungsvermögen auf der Grundlage von Erkenntnissen aus der fachdidaktischen Forschung antizipiert wird und damit Rückmeldungen passend zum individuellen Leistungsstand gegeben werden können.
- Zu digitalen Medien in Prüfungen: Sollen digitale Medien in Lernsituationen verwendet werden, dann sollten sie auch in Prüfungen – zumindest teilweise – verbindlich sein. Die KMK fordert in diesem Zusammenhang die Entwicklung neuer Aufgaben- und Prüfungsformate (KMK, S. 14). Wir unterstützen den Vorstoß der KMK und regen an, verschiedene Prüfungsformate mit digitalen Technologien im nationalen und internationalen Bereich zu analysieren.
- Zum Gebrauch der Fachsprache: Mit dem Einsatz digitaler Medien sind neuen Formen der Versprachlichung von Mathematik zu beobachten. Lernende nutzen beispielsweise

Rechnersymbole statt konsolidierter Fachsymbole, um Ideen und Lösungen zu beschreiben. Hierdurch entstehen neue Anforderungen, den notwendigen fachspezifischen Sprachgebrauch auch bei Nutzung digitaler Werkzeuge zu befördern. Wie sich die medial geprägte Sprache und die Fachsprache zueinander verhalten müssen, ist Gegenstand aktueller Forschung. Sie kann Empfehlungen für den Gebrauch der Fachsprache in verschiedenen Situationen eines Lernprozesses geben.

- Zur Aufgabenkultur: Hier gilt, was auch für klassische Lern-, Übungs- und Prüfungsaufgaben zu fordern ist: Je nach Zielsetzung und Platzierung von Aufgaben in einer spezifischen Unterrichtsphase erfüllen die Aufgaben selbst wie auch die begleitenden Medien unterschiedliche Funktionen. Die verschiedenen Rollen digitaler Werkzeuge werden in den Bildungsstandards der KMK für Mathematik in der gymnasialen Oberstufe spezifisch ausgewiesen: Sie sind bedeutsam sowohl beim Lernen und Verstehen von Mathematik in Phase des Erkundens und Explorierens als auch beim Anwenden von Mathematik beim Modellieren und Problemlösen.

Zusammenfassend formulieren wir für die digitale Kompetenz der Fachlehrkraft in Ergänzung zum Primat des Pädagogischen ein Primat des Fachdidaktischen: Der Einsatz digitaler Medien für den Fachunterricht ist immer auch daran zu messen, inwieweit er den verständigen Zugang zu mathematischen Begriffen und Verfahren befördert und festigt. Die Auflistung der digitalen Kompetenzen für Lehrkräfte im Strategiepapier der KMK (S. 25f.) bleibt mit dem Blick auf den gesamten Fächerkanon fachunspezifisch. Durch die fachdidaktische Perspektive erhalten die dort formulierten medienpädagogischen und -didaktischen Kompetenzen eine notwendige Ergänzung für das fachliche Lehren und Lernen. In diesem Sinne fordert die GDM das BMBF und die Länder dazu auf, in den kommenden Ausschreibungen die fachdidaktische Expertise sichtbar mit einzufordern.

In seiner Saarbücker Erklärung 2016 “Lernen und Handeln in der digitalen Welt”<sup>4</sup> ruft der 10. Nationale IT Gipfel des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter Verweis auf das Strategiepapier des BMBF zu einem “Schulterschluss aller am Bildungsprozess beteiligten Akteure” auf. Die GDM zählt sich mit Blick auf die zahlreichen Beiträge ihrer Mitglieder zur Forschung und Praxis des fachlichen Lehrens und Lernens mit digitalen Medien zu den wichtigen Akteuren und stellt ihre Expertise für die Gestaltung der Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft unter dem “Primat der Pädagogik” zur Verfügung.

Prof. Dr. Andreas Eichler  
Vorsitzender der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik